

TÜRKİYE'DEKİ CEVİZ ARTIKLARININ ENERJİ POTANSİYELİ VE DEĞERLENDİRME OLANAKLARI

Halil ÜNAL¹

ÖZET

Petrol, kömür ve doğalgaz gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarının kısıtlı olmaları ve ayrıca çevre kirliliği oluşturmaları nedeniyle biyokütle kullanımı enerji sorununu çözmek için giderek önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye'deki ceviz kabuğu ve budama materyallerinin yıllar itibarıyla ve tarım bölgeleri bazında ortalama değerleri ve diğer enerji kaynaklarına eşdeğer karşılıkları belirlenmiştir. Yapılan araştırmada, Türkiye'de yılda yaklaşık 95 bin ton ceviz kabuğu ve budama materyali üretilmektedir. Bu artıklar yaklaşık 1.79 PJ enerjiye eşdeğerdir. Bu enerji değeri, Ülkemizin 2002 yılı birincil enerji kaynakları içerisinde üretilen doğalgaz enerjisinin %15'ini karşılayabilecek düzeydedir. Ceviz artıklarından üretilebilecek toplam enerji miktarının diğer enerji kaynaklarıyla karşılaştırması yapıldığında, yaklaşık 295 bin varil petrole ve 60.8 bin ton kömüre eşdeğerdir.

Anahtar Kelimeler: Biyokütle, Ceviz Budama Artığı, Ceviz Kabuğu, Enerji Eşdeğeri

SUMMARY

THE ENERGY POTENTIAL AND EVALUATION POSSIBILITIES OF WALNUT RESIDUES IN TURKEY

Use of biomass is increasingly becoming popular, since the non-renewable energy resources such as petroleum, coal and natural gas have limited reserves and lead to environmental pollution.

In the study, the mean values of walnut shells and pruning residues in Turkey and their equivalents to the other energy resources were determined on the basis of year and agricultural regions. According to the research, nearly 95 thousand tonnes of walnut shells and pruning residues are produced annually in Turkey. These wastes are nearly equivalent to 1.79 PJ energy. This energy value is at a level that can compensate for 15% of the natural gas energy that is produced in the primary energy resources of our country in the year 2002. When the total energy quantity that can be produced from walnut residues are compared with the other energy sources, it proves equivalent to nearly 295 thousand barrel of petroleum and 60.8 thousand tonnes of coal.

Keywords: Biomass, Walnut Pruning Residues, Walnut Shell, Energy Equivalent

¹Öğr. Gör. Dr., Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü Görükle/BURSA

GİRİŞ

Dünya nüfusunun artışına ve gelişen teknolojiye paralel olarak enerjiye olan talep sürekli artmaktadır. Fosil enerji kaynaklarının sınırlı ve yakın gelecekte tükenen olması, günümüzde alternatif enerji kaynaklarının değerlendirilmesi mecburiyetini ortaya çıkarmıştır. Bu alternatif enerji kaynakları yenilenebilir enerji kaynakları olarak ifade edilebilmektedir. Bunlar içerisinde en önemlileri rüzgâr, güneş, jeotermal, gelgit, dalga ve biyokütle enerjileri sayılabilir. Biyokütle, yenilenebilir olması, her yerde yetiştirilebilmesi, özellikle kırsal alanlar için sosyo-ekonomik gelişmelere yardımcı olması nedeniyle uygun ve önemli bir kaynak olarak görülebilmektedir. Petrol, kömür ve doğalgaz gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarının kısıtlı olmaları ve ayrıca çevre kirliliği oluşturmaları nedeni ile biyokütle kullanımı enerji sorununu çözmek için giderek önem kazanmaktadır (19).

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları açısından büyük bir potansiyele sahip olmasına karşın, yenilenebilir enerji kaynaklarının genel enerji üretimindeki payı oldukça düşüktür. Ülkemiz enerji tüketimi içinde hidroelektrik enerji dışındaki yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım payının %8,9 olduğu bilinmektedir. Bu kaynakların kendi içerisindeki dağılımları; %75,6 odun, %21,4 hayvan ve bitki atıkları, %1,5 jeotermal, %1,5 güneş enerjisi şeklindedir. Yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları arasında biyokütle enerjisi, toplam enerji üretimindeki payının oldukça yüksek olmasından dolayı ülkemiz için büyük bir öneme sahiptir. Bunlar içerisinde özellikle tarımsal biyokütle artıklarından (hububat, meyve, sebze vb.) elde edilebilecek enerji miktarı yılda ortalama 545 PJ değerindedir. Bu enerji miktarı da Türkiye'nin enerji tüketiminin yaklaşık %25'ine eşdeğerdir (18).

Ülkemiz ceviz üretiminde Çin, Amerika Birleşik Devletleri ve İran'dan sonra dördüncü ülke durumundadır (3). Ceviz üretiminin yıllık ortalama 120.000 ton ve toplam ceviz ağacı sayısının yaklaşık 5.5 milyon civarında olduğu ülkemizde, ceviz budama ve kabuk biyokütlesi azımsanmayacak miktardadır. Bu biyokütlenin enerjiye kazandırılmasında değişik enerji dönüşüm yöntemleri kullanılabilir. Bu çalışmada, Türkiye'deki ceviz kabuğu ve budama materyallerinin yıllar itibarıyla ve tarım

bölgeleri bazında ortalama değerleri ve diğer enerji kaynaklarına eşdeğer karşılıkları belirlenmiştir. Biyokütlenin enerjiye dönüştürülmesinde uygulanan yöntemler açıklanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Türkiye'nin Ceviz Budama ve Kabuk Materyali Miktarları

Türkiye'nin 1979 ve 2003 yılları arasında kapsayan toplam 25 yıllık periyottaki ceviz ağacı sayıları ve üretim miktarlarından (1,2,5) gidilerek artık miktarları hesaplanmış ve Çizelge 1'de gösterilmiştir. Douglas ve ark. (12) tarafından ceviz ağaçlarının budama artığı oranı (budama/ürün oranı) 0,41 verilmiştir. Ayrıca, Anonim (4), Anonim a (6), Blasi ve ark. (8) ve Şen (17) tarafından 0.37 ila 0.62 arasında değişen değerlerde ceviz kabuğu oranları (kabuk/meyve oranı) bildirilmiştir. Literatürden elde edilen artık oranı bilgileri, yörede ceviz yetiştiriciliği yapan işletmeler ile yapılan görüşmelerle bireysel deneme yoluyla (kabuk için) doğrulanmış ve hesaplamalarda budama artığı/ürün için 0.41, kabuk/meyve için 0.50 oranları kullanılmıştır. Türkiye tarım istatistiği verilerinde ceviz ağaçlarının kapladığı alan hakkında yetersiz bilgi olduğu için, artıkların alan verimleri belirlenmemiştir. Alan verimi yerine, ağaç başına verimleri belirlenmiş, ağaç sayısından gidilerek toplam artık miktarları bulunmuştur. Ceviz artıklarının belirlenmesinde meyve veren ağaç sayıları dikkate alınmıştır.

Çizelge 1 incelendiğinde, sırasıyla ağaç başına budama verimleri, ceviz ağacı budama materyallerinin yaş bazdaki (yaklaşık %40 nemde) miktarları, kuru bazdaki (%10 nemde) miktarları belirlenmiştir. Ülkemizde, ceviz meyvesinin endüstriyel olarak işlenmesi sınırlıdır. Bu yüzden, kabuk miktarının belirlenmesinde toplam üretim sonuçları esas alınmış ve genel miktarlar verilmiştir.

Çizelge 1'de görüldüğü gibi, budama materyali verimi ağaç başına ortalama 14 kg'dır. Aynı şekilde, kuru bazdaki budama miktarları da yılda yaklaşık 34 bin ton dolayındadır. Yıllık ceviz kabuğu miktarının da yaklaşık 60 bin ton civarında olduğu düşünüldüğünde, yılda ortalama 90 bin ton'un üzerinde ceviz artıkları or-

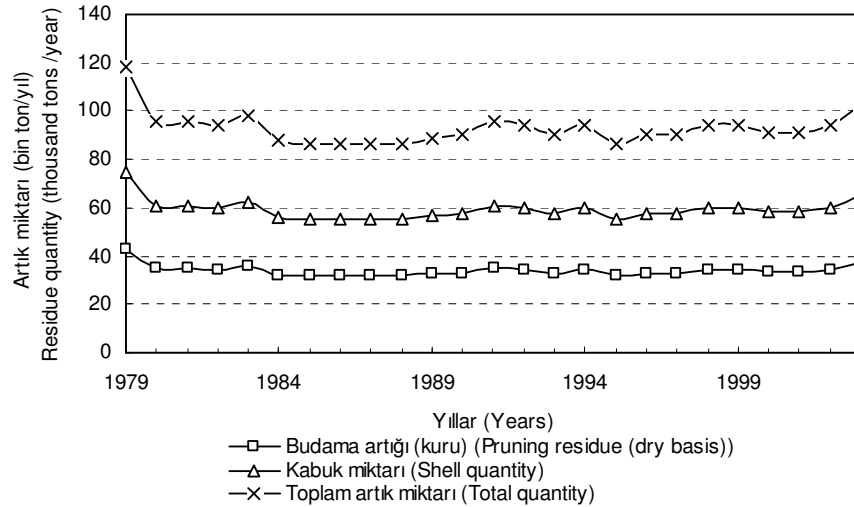
taya çıkmaktadır. Türkiye'nin ceviz artık miktarlarındaki yıllar bazında dağılımı Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekil 1 incelendiğinde, 1979 yılındaki yüksek ceviz artığı verisi hariç, diğer yıllardaki artık miktarı dağılımında önemli bir

değişiklik görülmemektedir. Buna, ceviz üretim alanlarında, ağaç sayısında, ürün veriminde ve miktarında gelişme ve iyileşmenin olmaması sebep gösterilebilir.

Çizelge 1. Türkiye'de 1979-2003 yılları arası ceviz artık miktarları.

Table 1. Walnut waste quantities of Turkey between the years 1979 and 2003.

Yıl Year	Toplam ağaç (x1000) Total tree	Meyve veren ağaç (x1000) Fruit bearing trees	Üretim (ton) Production	Budama artığı verimi (kg/ağaç) Pruning residue yield (kg/tree)	Budama artığı (yaş) (bin ton) Pruning residue (w.b.) (thousand tons)	Budama artığı (kuru) (bin ton) Pruning residue (dry basis) (thousand tons)	Kabuk miktarı (bin ton) Shell quantity (thousand tons)	Toplam artık (bin ton) Total residue (thousand tons)
1979	4100	3300	150 000	18.6	61.5	43.1	75.0	118.1
1981	4050	3180	122 000	15.7	50.0	35.0	61.0	96.0
1983	4100	3200	125 000	16.0	51.3	35.9	62.5	98.4
1985	4275	3275	110 000	13.8	45.1	31.6	55.0	86.6
1987	4211	3255	110 000	13.9	45.1	31.6	55.0	86.6
1989	4240	3275	113 000	14.1	46.3	32.4	56.5	88.9
1991	4472	3338	122 000	15.0	50.0	35.0	61.0	96.0
1993	4522	3419	115 000	13.8	47.2	33.0	57.5	90.5
1995	4520	3453	110 000	13.1	45.1	31.6	55.0	86.6
1997	4495	3445	115 000	13.7	47.2	33.0	57.5	90.5
1999	4825	3525	120 000	14.0	49.2	34.4	60.0	94.4
2001	5420	3640	116 000	13.1	47.6	33.3	58.0	91.3
2003	6200	4100	130 000	13.0	53.3	37.3	65.0	102.3



Şekil 1. Türkiye'nin ceviz ağacı budama artığı ve ceviz kabuğu miktarları (1979-2003 yılları).

Figure 1. Quantities of pruning wastes of walnut trees and walnut shells in Turkey (years 1979-2003).

Türkiye Tarım Bölgelerinin Ceviz Artığı Potansiyeli

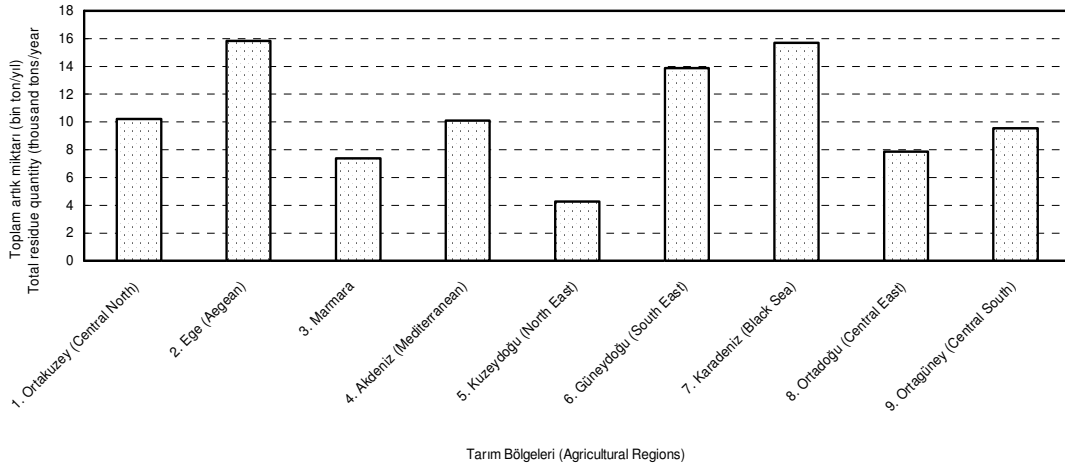
Türkiye, dokuz tarım bölgesine sahiptir. Tarım bölgelerinin 2000-2003 yılları arası ortalamasını içeren ceviz ağacı sayıları ve üretim miktarlarından gidilerek budama ve kabuk miktarları belirlenmiştir (Çizelge 2). Çizelge 2 incelendiğinde, budama ve kabuğun en az olduğu bölge sırasıyla, 1.6 ve 2.7 bin ton değerleri ile Kuzeydoğu bölgesidir. Diğer taraftan aynı artıkların en fazla olduğu bölge ise sırasıyla, 5.8 ve 10.1 bin ton değerleri ile Ege bölgesidir. Kara-

deniz bölgesindeki meyve veren ceviz ağacı sayısı Ege bölgesine göre %34 daha fazla olmasına rağmen, ceviz üretiminin Ege bölgesine göre az olması nedeniyle artık miktarı da az bulunmuştur. Türkiye genelinde yılda 34.6 bin ton budama ve 60.3 bin ton kabuk ortaya çıkmaktadır. Toplamda ise 94.8 bin ton ceviz artığı oluşmaktadır. Şekil 2'deki genel toplam ceviz artığı miktarları incelendiğinde, en fazla artık miktarlarında ilk üç sırayı sırasıyla Ege (15.8 bin ton), Karadeniz (15.7 bin ton) ve Güneydoğu (13.9 bin ton) bölgeleri paylaşmaktadır.

Çizelge 2. Tarım bölgelerinin ceviz ağacı budama ve ceviz kabuğu artıklarının verim ve miktarları (2000-2003 yılları ortalaması).

Table 2. Yield quantities of pruning wastes of walnut trees and walnut shell quantities of the agricultural regions (mean of the years 2000 and 2003).

Tarım bölgeleri <i>Agricultural regions</i>	Toplam ağaç <i>Total trees</i>	Meyve veren ağaç <i>Fruit bearing trees</i>	Üretim (ton) <i>Production</i>	Budama artığı verimi (kg/ağaç) <i>Pruning residue yield (kg/tree)</i>	Budama artığı (yaş) (bin ton) <i>Pruning residue (w.b.) (thousand tons)</i>	Budama artığı (kuru) (bin ton) <i>Pruning residue (dry basis) (thousand tons)</i>	Kabuk miktarı (bin ton) <i>Shell quantity (thousand tons)</i>	Toplam artık (bin ton) <i>Total residue (thousand tons)</i>
1. Ortakuzey <i>Central North</i>	722.978	459.723	13.016	11.6	5.3	3.7	6.5	10.2
2. Ege <i>Aegean</i>	776.686	589.888	20.114	14.0	8.2	5.8	10.1	15.8
3. Marmara	457.262	323.521	9.400	12.0	3.9	2.7	4.7	7.4
4. Akdeniz <i>Mediterranean</i>	538.443	377.689	12.844	13.9	5.3	3.7	6.4	10.1
5. Kuzeydoğu <i>North East</i>	284.885	197.635	5.418	11.3	2.2	1.6	2.7	4.3
6. Güneydoğu <i>South East</i>	665.027	517.815	17.615	13.9	7.2	5.1	8.8	13.9
7. Karadeniz <i>Black Sea</i>	1.176.983	710.245	19.929	11.5	8.2	5.7	10.0	15.7
8. Ortadoğu <i>Central East</i>	573.386	331.564	10.021	12.4	4.1	2.9	5.0	7.9
9. Ortaginney <i>Central South</i>	439.351	276.921	12.145	18.0	5.0	3.5	6.1	9.6
Türkiye <i>Turkey</i>	5.635.000	3.785.000	120.500	13.1	49.4	34.6	60.3	94.8



Şekil 2. Tarım bölgelerinin toplam ceviz artığı miktarları (2000-2003 yılları ortalaması).
Figure 2. Total walnut waste quantities of the agricultural regions (means of the years 2000-2003).

Ceviz Artıklarının Enerji Karşılığı

Ceviz budama ve kabuk materyallerinin ısı değeri odun ve hububat sapından daha fazla, ithal kömür ve doğalgazın yaklaşık 2/3'ü, petrol, fuel-oil ve LPG'nin de yaklaşık 1/2'si kadardır (Çizelge 3).

Türkiye'deki ceviz artıklarından üretilebilecek enerji miktarı ve diğer enerji kaynaklarına eşdeğerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Çizelge 4'teki değerler incelendiğinde, ceviz artıklarından yılda 1.79 PJ (Peta Joule) enerji elde edilebilecektir. Bu enerji değeri, Ülkemizin 2002 yılı birincil enerji kaynakları içerisindeki üretilen doğalgaz enerjisinin %15'ini karşılayabilecek düzeydedir. Ceviz artıklarından üretilebilecek toplam enerji miktarının diğer enerji kaynakla-

ıyla karşılaştırması yapıldığında, yaklaşık 295 bin varil petrol ve 60.8 bin ton kömür eşdeğerine sahip olduğu anlaşılır. Ayrıca, üretilen enerjinin tamamının elektrik enerjisine dönüştürülmesi durumunda da, yaklaşık 0.496 GWh'lik elektrik enerjisi eşdeğerine karşılık geldiği bulunmuştur. Bu enerji karşılığı, Türkiye'nin 2002 yılı net elektrik enerjisi tüketiminin bir gününün %0.2'sini karşılayabilecek düzeydedir.

Bir Amerikan varili petrol 119.2 litre olduğundan, Türkiye'de ceviz budama ve kabuklarının tamamı enerji üretiminde kullanılırsa, yılda yaklaşık 35 milyon litre petrol eşdeğerinde enerji üretilebilecektir. Bunun da para olarak değeri, yaklaşık bir rakamla ve en son petrol fiyatlarına göre 20 milyon \$ yapmaktadır.

Çizelge 3. Bazı enerji kaynaklarının ısı değerleri (13, 16).

Table 3. Thermal values of some energy sources.

Yakıt cinsi Fuel types	Isıl değeri (MJ/kg) Heating value
Petrol - Petroleum	43.96
Fuel-oil	42.50
Doğalgaz (her m ³ için) - Natural gas (for per m ³)	34.12
İthal kömür - Coal	29.31
LPG - Liquid petroleum gas	45.55
Hububat sapı (% 10 nem) - Cereal straw (10% moisture)	15.50
Odun (%20 nem) - Wood (20% moisture)	14.25
Ceviz budama artığı (% 10 nem) - Walnut pruning residue (10% moisture)	18.49
Ceviz kabuğu (% 8 nem) - Walnut shell (8% moisture)	19.02

Çizelge 4. Ceviz artıklarının enerji miktarı ve diğer enerji kaynaklarına eşdeğerleri.
Table 4. Energy quantity of walnut residues and other energy sources equivalents.

Ceviz artığı cinsi Walnut residue types	Artık miktarı (bin ton) Residue quantity (thousand tons)	Isıl değeri (MJ/kg) Heating value	Enerji miktarı (PJ/yıl) Energy quantity (PJ/year)	Enerji eşdeğeri Energy equivalent		
				Petrol (bin varil)* Petroleum (thousand barrel)	Kömür (bin ton) Coal (thousand tons)	Elektrik (GWh) Electric
Budama Pruning	34.6	18.49	0.64	105	21.8	0.178
Kabuk Shell	60.3	19.02	1.15	190	39.0	0.318
Toplam Total			1.79	295	60.8	0.496

*1 Amerikan varilli petrolün enerji eşdeğeri: 6.09×10^6 kJ. *1 American barrel petroleum equivalent: 6.09×10^6 kJ

Artıkların Enerjiye Dönüştürülmesinde Uygulanabilecek Yöntemler

Biyokütle, enerji teknolojisi kapsamında; odun (enerji ormanları, ağaç artıkları), yağlı tohum bitkileri (ayçiçeği, kolza, soya, aspir, pamuk, haşhaş v.b.), karbonhidrat bitkileri (patates, buğday, mısır, pancar v.b.), elyaf bitkileri (keten, kenaf, kenevir v.b.), protein bitkileri (bezelye, fasulye, buğday v.b.), bitkisel atıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk v.b.), hayvansal atıklar ile şehirselle ve endüstriyel atıklar şeklinde değerlendirilmektedir.

Ceviz budama ve kabukları yukarıda verilen biyokütle grubunda yer aldığından, uygulanacak enerji teknolojilerinin bir kısmı ceviz artıkları içinde geçerli olabilmektedir.

Biyokütle kaynakları genellikle homojen olmayan yapıda, yüksek su ve oksijen içerikli, düşük yoğunluklu ve düşük ısı değeri. Bu özellikler yakıt kalitesine olumsuz etki etmektedir. Biyokütlenin bu olumsuz özellikleri, fiziksel süreçler (boyut küçültme-kırma ve öğütme, kurutma, filtrasyon, ekstraksiyon ve briketleme) ve dönüşüm süreçleri (biyokimyasal ve termokimyasal) ile ortadan kaldırılabilir (11).

a) Fiziksel Süreçler

Fiziksel süreçler, filtrasyon, boyut küçültme (kırma ve öğütme), kurutma, ekstraksiyon ve briketleme şeklindedir. Fiziksel süreçler sonrasında biyokütlenin yakıt kalitesi artar ve doğrudan yakılarak kullanılabilir. Şekil 3'te biyokütleden fiziksel süreçler ile biyoyakıtlara geçiş gösterilmektedir.

b) Biyokimyasal Dönüşüm Süreçleri

Biyokütleyle uygulanan biyokimyasal süreçler, fermentasyon, havasız ortamda bozundurma ve biyofotoliz başlıkları altında incelenebilir (14). Bunlardan fermentasyon işlemi, şekerli ve nişastalı bitkilere; havasız ortamda bozundurma, yüksek nem içerikli (%80-90) organik maddelere ve biyofotoliz işlemi de mikroskobik alglerden güneş enerjisi yardımıyla hidrojen ve oksijen elde etme işlemi olduğundan, ceviz artıklarında kullanılamaz.

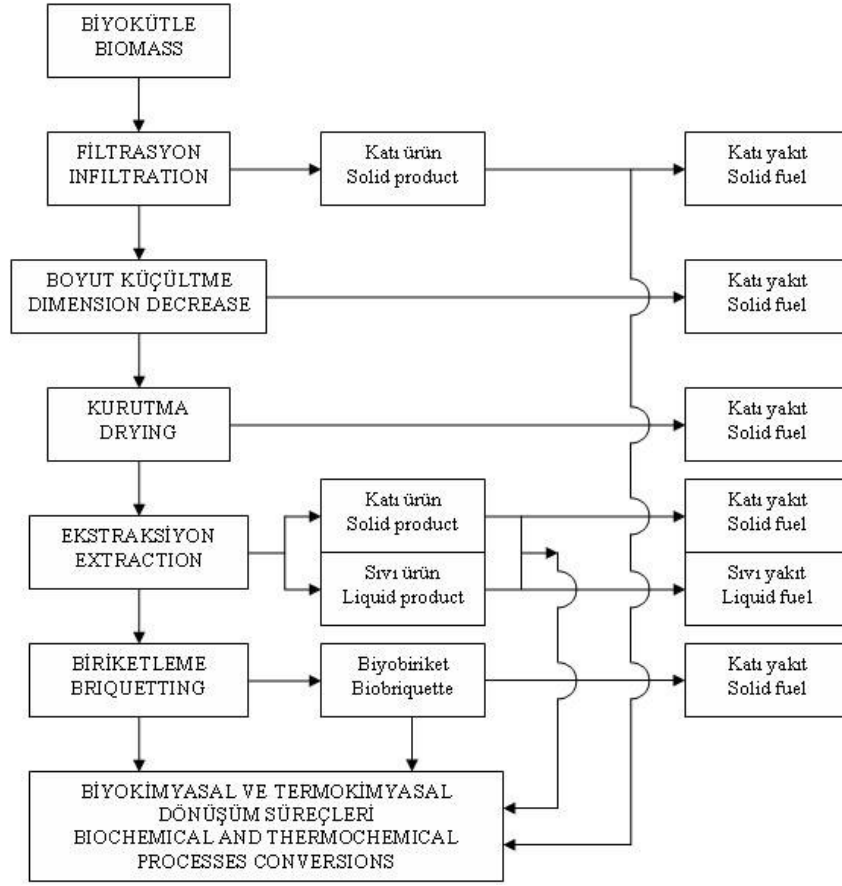
c) Termokimyasal (Isıl) Dönüşüm Süreçleri

Biyokütleyle uygulanan ısı dönüşüm süreçleri piroliz, sıvılaştırma, yanma ve gazlaştırma. Her bir süreçte farklı tasarım ve çalışma koşulları kullanılır ve elde edilen ürünler farklıdır (9).

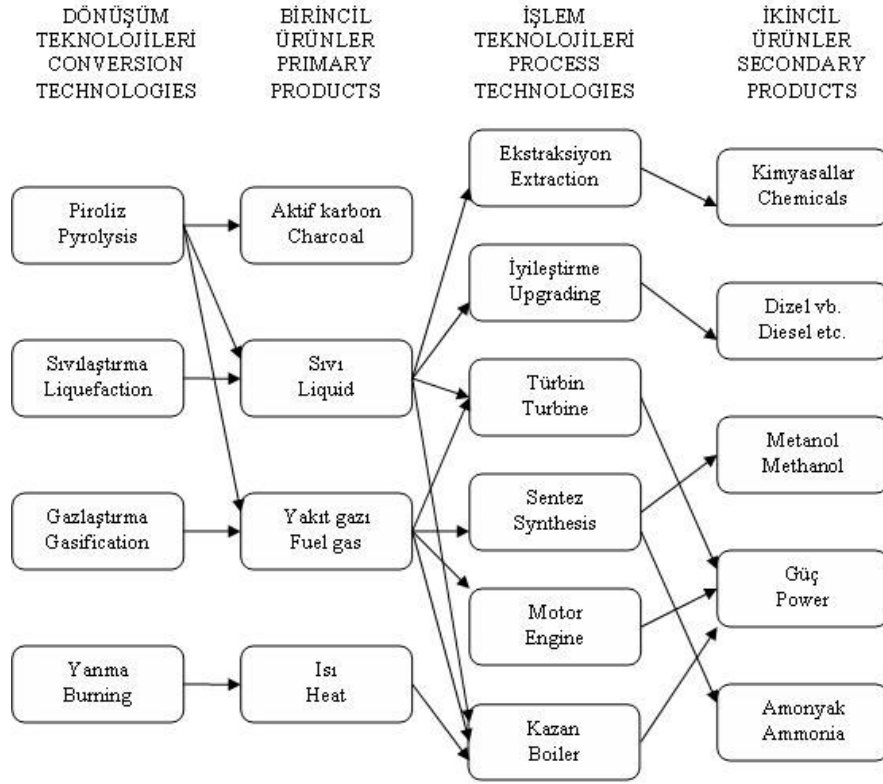
Şekil 4'te biyokütleyle uygulanan ısı dönüşüm süreçleri, elde edilen birincil ve ikincil ürünler gösterilmiştir (10).

Piroliz, biyokütlenin havasız bir ortamda ısıtılarak sıvı, katı ve gaz ürünlere dönüşümüdür. Piroliz işlemi genellikle sıvı ürün üretmek için kullanılmaktadır. Oksijensiz ortamda 500-600°C'a kadar yapılan ısıtmada; gaz bileşenleri, uçucu yoğuşabilir maddeler, mangal kömürü ve kül açığa çıkar. Yüksek sıcaklığa çıktığında ise gaz bileşenleri ve odun gazı açığa çıkar.

Sıvılaştırma, düşük sıcaklıkta (250-400°C), yüksek basınçta (≈ 150 bar) katalizör, hidrojen (H_2) veya karbon monoksit (CO) varlığında gerçekleştirilen ve maksimum sıvı ürünün elde edildiği bir süreçtir. Kullanım alanları daha fazla olan piroliz ve gazlaştırma ile karşılaştırıldı-



Şekil 3. Biyokütleden fiziksel süreçler ile biyoyakıtlara geçiş.
 Figure 3. Physical process from biomass and cross to biofuels



Şekil 4. Isıl dönüşüm süreçleri ve elde edilen ürünler.
Figure 4. Thermochemical biomass processes and products.

ğında daha az tercih edilmektedir. Bunun başlıca nedenleri, yüksek basınçta çalışan sistemlerin oldukça pahalı olması, bulamaç halindeki sıvıların yüksek basınçta besleme sorunu ve taşıyıcı sıvı ağırlığının çok büyük olması gibi çözülemeyen teknik problemlerin varlığıdır (9).

Biyokütlenin gazlaştırılması; katı yakıtların ısı çevirim teknolojisiyle yanabilen bir gaza dönüştürülmesi işlemidir. Üretilen gaz karbon monoksit, karbondioksit, hidrojen, metan, su ve azot'un yanı sıra kömür parçacıkları, kül ve katan gibi artıkları da içermektedir. Üretilen gaz temizlendikten sonra kazanlarda, motorlarda, türbinlerde ısı ve güç üretmek üzere kullanılmaktadır. Gazlaştırma tekniği ile biyokütleden, yüksek bir verimle petrolle çalışan güç ve ısı sağlayan türbinlerde kullanılacak bir gaz yakıt elde edilebilir.

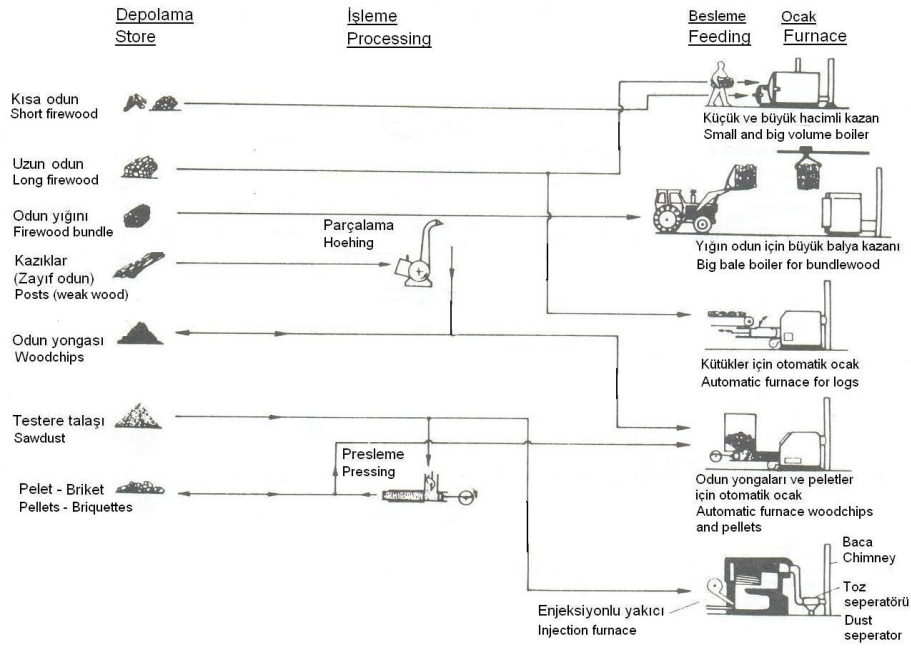
Olgun ve ark. (15) tarafından yapılan çalışmada, bir downdraft gazlaştırıcıda fındık kabuğunun deney sonuçlarını vermişlerdir. Bu tip bir

gaz üreticinde, %13 neme sahip 1 kilogramlık fındık kabuğu yakılması durumunda 2.45 m³ yanabilir gaz üretilmektedir. Diğer bir deyişle, 1.2 kg'lık fındık kabuğundan saatte 1 kW elektrik enerjisi ve 5 kW ısı enerjisi üretecek kadar gaz üretimi sağlanabilmektedir.

Biyokütlenin havada yakılması yani yanma, biyoküttelede depolanan enerjinin dönüşümünün en geniş kullanım alanı olduğu bir süreçtir. Biyokütlenin yanmasıyla, fırınlar, ocaklar, kazanlar, buhar türbinleri, turbo jeneratörler v.b. sistemlerde kullanılabilen ısı, mekanik güç ya da elektrik üretilebilmektedir. Biyokütlenin direkt olarak yanması özellikle kırsal alanlarda kullanılan bir süreçtir. Biyokütlenin yanması ile 800-1000°C arasında sıcak gazlar üretilebilir. Direkt yanma, nem içeriği %50'den daha düşük olan biyokütleye uygulanmaktadır. Yanma süreci ile elde edilen enerji, biyoküttele kaynağına bağlı olarak 100-3000 MW arasında değişmektedir (14).

Biyokütlenin doğrudan yakılarak değerlendirilmesi için değişik yakıt formlarına dönüştürülmesi gerekmektedir. Şekil 5'te odun ve odunsu yakıtların dönüşüm işlemleri ve yakma sistemlerinin genel görünüşü verilmiştir (16). Burada, budama materyallerinin odunsu yapılarında olduğu göz önüne alınarak direkt olarak elle veya bir traktör vasıtasıyla kazana besleme-

si yapılmaktadır. Ağaç dal ve yaprakları bir parçalayıcı üniteye kıyılarak otomatik beslemeli sistemlerle kazanda yakılabilmektedir. Ayrıca, testere talaşı, yonga ve kırık kabuk durumundaki ceviz artıkları otomatik beslemeli sistemlerle yakılabildiği gibi, presleme yöntemiyle pelet veya briket yapılara dönüştürülerek de yakılabilmektedir.



Şekil 5. Odun ve odunsu yakıtların yakma sistemlerinde yakılış şekilleri.
Figure 5. Burning forms of wood and woody fuels in the burning systems.

Diğer odun ve odunsu bitki türleri ve meyve artıklarında olduğu gibi, ceviz budama ve kabuk materyalleri de aynı kategoriye girmektedir.

Ceviz kabuklarının yığın görünüşü ve kabukların yakıldığı otomatik beslemeli kazan sisteminin görünüşleri sırasıyla Şekil 6 ve 7'de verilmiştir (7).



Şekil 6. Ceviz kabuğu artıkları.
Figure 6. Wastes of walnut shells.



Şekil 7. Kabuk artıkların yakıldığı otomatik beslemeli yakma sistemi.
Figure 7. Burning system with automatically feeding in which the shell residues are burnt.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizin dünya ceviz üretiminde dördüncü büyük ülke olması, bu ürünün artıklarında da küçümsenmeyecek miktarların üretilebildiğini göstermektedir. Ancak, ülkemizin ceviz miktarı ve ağaç varlığının yüksek olmasının aksine, verimde dünya ortalamasının altında kalması nedeniyle, paralelinde artık miktarlarının da olması gerekenin altında gerçekleştiğini göstermektedir. Buradan, ülkemizde ceviz yetiştiriciliğinin sınır ağacı, erozyon ağacı, gölge ağacı veya hatıra ağacı olarak yapılmakta olduğu, kapama bahçe yetiştiriciliğine gereken önemin verilmediği anlaşılmaktadır. Ceviz budama ve kabuk materyallerinin kırsal alanda ısınma, ısıtma ve yemek pişirme amaçları için direkt yakılarak kullanılması mümkün olduğu gibi, diğer enerji dönüşüm teknolojileri (gazlaştırma, proliz gibi) kullanılarak ta elektrik ve biyoyakıt dönüşümleri de elde etmek mümkündür. Ceviz meyvesinin endüstriyel kuruluşlarda işlenmesi, kabuklarının daha düzenli üretilmesini sağlayacaktır. Bu sayede, kuruluşlar kabukları başta kendi enerji ihtiyaçları için kullanabileceği gibi, fazlasını da enerji hammaddesi olarak satabilecektir.

KAYNAKLAR

1. Anonim, 1999. Tarım İstatistikleri Özeti 1979-1998. *Devlet İstatistik Enstitüsü*, Yayın No: 2275.

2. Anonim a, 2002. Türkiye İstatistik Yıllığı. *Yayın No: 2779*.
3. Anonymous, 2002. Agricultural Production-Crops Primary (Walnuts). *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*. <http://www.faostat.fao.org/collections?subset=agriculture>.
4. _____, 2003. Eubionet Biomass Survey in Europe – Country Report of Greece. *European Bioenergy Networks*, 38 p.
5. _____, 2004. Devlet İstatistik Enstitüsü. *1999-2003 Yılları Tarım Bölgeleri Ürün Verileri, On-line veri sağlama*.
6. Anonim, 2005. Ceviz. <http://www.ceviz.gen.tr>
7. Anonymous, 2005. Biomass Heating Project Analysis. *Walnut Shell For Biomass Combustion-Small Commercial Biomass Heating system*. <http://www.retscreen.net>
8. Blasi, C.D., V, Tanzai and M. Lanzetta, 1997. A Study on the Production of Agricultural Residues in Italy. *Biomass and Bioenergy*, 12(5):321-31.
9. Bridgwater, A. V. 1994. Catalysis in Thermal Biomass Conversion. *Applied Catalysis A: General*, Volume 116, Issues 1-2, p.5-47.
10. _____, and G.V.C. Peacocke, 2000. Fast Pyrolysis Processes for Biomass. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 4:1-73.

11. Bridgwater, A. V., 2003. Renewable fuels and chemicals by thermal processing of biomass. *Chemical Engineering Journal* 91: 87–102.
12. Douglas, W.W., J.J. Ahern and K., Ochwat 2004. Assessment of biofuels in California and potential for future utilization. *CISSCbiofuelsReport_DWW_JJA, California Inst. for the Study of Specialty Crops, California Polytechnic State University*. 42p.
13. Ebeling, J.M., and B.M. Jenkins, 1985. Physical and chemical properties of biomass fuels. *Transactions of the ASAE*, 28(3): 898-902.
14. McKendry, P., 2002. Energy production from biomass (part 2): conversion Technologies. *Bioresource Technology*, 83: 47–54.
15. Olgun, H., M. Doğru ve C.R. Howarth, 1999. Katı atıkların enerji dönüşümünde kullanılması ve gazlaştırıcılar. *IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*, s.835-853.
16. Strehler, A., 1988. Biomass combustion technologies (heat from straw and wood). *FAO. CNRE Guideline* No:1, 88 p.
17. Şen, S.M., 1986. Ceviz Yetiştiriciliği. 229 s., *Eser Matbaası, Samsun*.
18. Taner, F., I Ardic, B, Halisdemir and E. Pehlivan, 2004. Biomass use and potential in Turkey. *Biomass and Agriculture: Sustainability, Markets and Policies; OECD Publication Service*, pp. 439-453.
19. Ünal, H., 2001. Sap ve saman yakıcıların işletim ve tasarım parametrelerinin belirlenmesine yönelik model çalışması (Yayınlanmamış, Doktora Tezi). *U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları A.B.D.*, 143 s., Bursa.

